

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEE FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Akira TERAOKA

Serial No. NEW

Filed March 24, 2000

X-RAY INSPECTION METHOD AND
APPARATUS USED FOR THE SAME

Attn: Application Branch

Attorney Docket No. 2000_0311A



CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

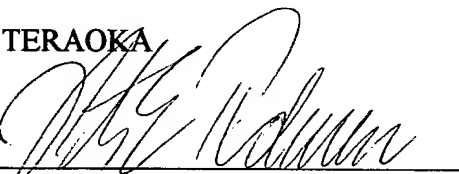
Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 11-082501, filed March 25, 1999 as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Akira TERAOKA

By



Nils E. Pedersen

Registration No. 33,145

Attorney for Applicant

NEP/tf

Washington, D.C. 20006

Telephone (202) 721-8200

March 24, 2000

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 9 年 3 月 2 5 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 0 8 2 5 0 1 号

出 願 人
Applicant (s):

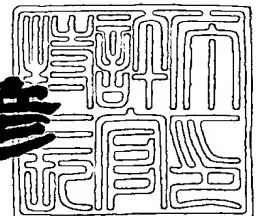
株式会社テクノエナミ



2 0 0 0 年 2 月 1 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 0 8 5 1 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 TE99-01

【提出日】 平成11年 3月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03B 42/02

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府泉南郡熊取町希望が丘四丁目 1 3 番 2 5 号

 【氏名】 寺岡 璋

【特許出願人】

 【識別番号】 394001641

 【氏名又は名称】 株式会社エコン

【代理人】

 【識別番号】 100096080

 【弁理士】

 【フリガナ】 ｲﾅﾅ ﾘｭｳｼﾞ

 【氏名又は名称】 井内 龍二

 【電話番号】 0725-21-4440

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 015990

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 X線検査方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X線を用いて試料の断面を撮影して検査するX線検査方法において、

前記試料を挟んで、X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とを対向させて配置し、

前記X線検出部のX線入射面と前記断面とを平行にして、

前記X線入射面と前記断面との平行関係を維持させたまま、

前記X線検出部を、前記断面と同一面上にある直線を中心軸として、揺動させる一方、前記X線源を、前記断面と同一面上にある前記直線を回転軸として、前記X線検出部に同期させて回転させながら、

前記X線源からX線を前記試料に照射し、前記試料を透過したX線を前記X線検出部にて検出することを特徴とするX線検査方法。

【請求項 2】 被検対象となる断面を、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向に関する断面とすることを特徴とする請求項 1 記載のX線検査方法。

【請求項 3】 被検対象となる断面を、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向以外に関する断面とすることを特徴とする請求項 1 記載のX線検査方法。

【請求項 4】 前記中心軸及び前記回転軸となる前記直線を、前記試料を載置する載置台に対して垂直に設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のX線検査方法。

【請求項 5】 試料を挟んで、X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とが対向して配置され、

前記X線源から照射され、前記試料を透過したX線が前記X線検出部にて検出されるように構成されたX線検査装置において、

前記X線検出部のX線入射面が所定の直線に対し平行となるように配置され、と共に、

前記X線入射面を常に同方向に向かせたまま、前記X線検出部を、前記直線を

中心軸として、揺動させる揺動手段と、

前記X線源を、前記直線を回転軸として、前記X線検出部に同期させて回転させる第1の回転手段とを備えていることを特徴とするX線検査装置。

【請求項6】 前記直線を含み、かつ前記X線入射面と平行関係にある面と同一面上にある前記試料の断面を被検対象とし、

前記断面が、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向にあることを特徴とする請求項5記載のX線検査装置。

【請求項7】 前記直線を含み、かつ前記X線入射面と平行関係にある面と同一面上にある前記試料の断面を被検対象とし、

前記断面が、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向以外にあることを特徴とする請求項5記載のX線検査装置。

【請求項8】 前記中心軸及び前記回転軸となる前記直線が、前記試料を載置する載置台に対して垂直に設定されていることを特徴とする請求項5又は請求項6記載のX線検査装置。

【請求項9】 前記X線検出部を、前記X線入射面に対して垂直方向にスライドさせるスライド機構を備えていること特徴とする請求項5～8のいずれかの項に記載のX線検査装置。

【請求項10】 前記試料を載置する載置台を2次元的に移動させるための載置台移動手段を備えていることを特徴とする請求項5～9のいずれかの項に記載のX線検査装置。

【請求項11】 X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とが配置され、

前記X線源から照射され、試料を透過したX線が前記X線検出部にて検出されるように構成されたX線検査装置において、

前記X線源を、所定の直線を回転軸として、回転させる第2の回転手段を備え
ると共に、

前記X線検出部が複数配置され、

これらX線検出部のX線入射面が、前記直線を含む所定の面を基準とし、回転する前記X線源と一定の幾何学的関係を成立させ得る位置にそれぞれ配設されて

いることを特徴とする X 線検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は X 線検査方法及びその装置に関し、より詳細には、小型・高密度化する BGA (Ball Grid Array) や CSP (Chip Scale Package) 等の電子部品の基板への実装状態 (接合状態) 等を X 線を用いて検査するための X 線検査方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話、パーソナルコンピュータ、映像・音声機器等における、その高性能化には目覚ましいものがある。それを可能にしているのは、その核となる IC 実装技術であり、IC チップを搭載するためのパッケージの高密度化・信号処理の高速化が進んでいる。

特に、昨今、革新的な手法として登場した、多端子化に有効な BGA や CSP 等のアレイパッケージが注目を集めている。

【0003】

しかしながら、BGA 等のアレイパッケージは多端子化には優れているが、その構造上、プリント基板に実装した場合に、パッケージ本体によりパッケージとプリント基板との接合部が隠れてしまうので、光学式／レーザ式等の外観検査ではプリント基板との接合状態の良否を判断することが難しいといった問題がある。また、ファインピッチ化されたパッケージにおいては、電気検査によっても、不良箇所の部位を特定することは困難である。

【0004】

図 1 1 は BGA 1 の一例を模式的に示した斜視図であり、図 1 2 は図 1 1 に示した BGA 1 が実装された状態のプリント基板 2 を模式的に示した斜視図である。図 1 2 より明らかなように、最外周以外の部分に配設されている半田ボール 1 a とプリント基板 2 との接合状態の良否を、外観から判断することは難しい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

現在、BGA等のアレイパッケージとプリント基板との接合状態を検査する技術としては、接合箇所に対して、所定の方向からの2次元、3次元の多様で明確な透視画像を得る方式（X線透過方式）や、前記接合箇所に対して、プリント基板の主面に対して平行な面でスライスしたような断層画像（いわゆる、横断層画像）を得る方式（X線断層撮影方式）がある。

X線透過方式を採用した装置として、X線三次元検査装置がある。図13は透過式X線三次元検査装置を用いて前記接合箇所を撮影したX線写真である。

【0006】

図13から明らかなように、X線三次元検査装置を利用することで、外側からでは観察することのできない内部形状を透視画像として観察することができるので、内部形状が複雑であったとしても、かなり明確に内部状態の良否を判断することができるようになる。

【0007】

しかしながら、昨今の高密度実装の中核をなしている、BGAやCSP等のアレイパッケージの実装に対しては、使用者が最も検査したい端子部（半田ボール）の浮き上がり（オープン）不良を明確に検出することは難しいといった問題がある。図14に半田ボールの浮き上がり不良の状態を模式的に示す。

【0008】

また、X線断層撮影方式を用いることによって、前記接合箇所の2つ以上の高さで横断層（水平スライス）画像を取得し、陰影の度合いを測定することで、内部の形状をある程度は検査することができる。

【0009】

しかしながら、横断層画像におけるスライス状の断層画像から、BGAやCSP等のアレイパッケージの実装における、端子部（半田ボール）の浮き上がり不良を明確に検出することは、実際には非常に困難を伴う。

【0010】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであって、小型・高密度化するBGAやCSP等の電子部品の基板への実装状態、特に端子部の浮き上がり不良等、電子

機器の状態を明確に判断することのできるX線検査方法及びその装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段及びその効果】

上記したように、従来、パッケージ本体により隠れてしまうBGA等のアレイパッケージとプリント基板との接合部を、平面や斜め方向からの透視画像（図13参照）や、横断層画像を用いて検査していたが、端子部（半田ボール）の浮き上がり不良までは明確に検出することはできなかった。

【0012】

そこで、本発明者は、半田ボールの浮き上がり不良（図14参照）が、BGA1やプリント基板2の主面に対する平行方向に関して生じる問題というよりは、垂直方向に関して生じる問題であることに着目し、従来のように、プリント基板2の主面に対して平行にスライスしたような断層画像（横断層画像）ではなく、プリント基板2の主面に対して垂直方向となる断層画像（いわゆる、縦断層画像）を取得することによって、半田ボール1aの浮き上がり不良の検出がし易くなることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0013】

図1は前記接合箇所の縦断層画像を示した模式図であり、（a）は接合不良箇所がない場合を示しており、（b）は半田ボール1aの浮き上がり不良がある場合を示している。

【0014】

すなわち、本発明に係るX線検査方法（1）は、X線を用いて試料の断面を撮影して検査するX線検査方法において、前記試料を挟んで、X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とを対向させて配置し、前記X線検出部のX線入射面と前記断面とを平行にして、前記X線入射面と前記断面との平行関係を維持させたまま、前記X線検出部を、前記断面と同一面上にある直線を中心軸として、揺動させる一方、前記X線源を、前記断面と同一面上にある前記直線を回転軸として、前記X線検出部に同期させて回転させながら、前記X線源からX線を前記試料に照射し、前記試料を透過したX線を前記X線検出部にて検出することを

特徴としている。

【 0 0 1 5 】

上記 X 線検査方法 (1) によれば、被検対象となる前記試料を挟んで、前記 X 線源と前記 X 線検出部とを対向させて配置し、前記 X 線入射面と前記断面とを平行にして、前記 X 線検出部と前記断面との平行関係を維持させたまま、前記 X 線検出部を前記断面と同一面上にある直線を中心軸として揺動させる一方、前記 X 線源を前記直線を回転軸として前記 X 線検出部に同期させて回転させながら、前記 X 線源から X 線を前記試料に照射し、前記試料を透過した X 線を前記 X 線検出部にて検出する。

【 0 0 1 6 】

すなわち、被検対象となる前記試料の断面を基準とし、前記 X 線源と前記 X 線検出部とを一定の幾何学的関係を維持させたまま互いに運動させると、該運動の基準部分となる前記断面部分は不動と看做し得る状態となり、それ以外の部分は前記運動の基準部分から遠くなるほど、像の変形が大きくなり、結果的には像がボケてしまって、視認の対象とならなくなる。

【 0 0 1 7 】

かかる原理を、上記 X 線検査方法 (1) を説明するために示した図 2 ～図 4 の模式図を使って説明する。図 2 は平面図を示し、図 3 は正面図を示し、図 4 は側面図を示している。また、図 5 は試料を模式的に示した斜視図である。

【 0 0 1 8 】

図中 1 3 は試料を示しており、試料 1 3 は載置台 1 4 に載置され、斜線部 1 3 a は被検対象となる試料 1 3 の断面を示している。点 A、B、D、E、F は断面 1 3 a 上にあり、点 B、A、D は同一直線 L_1 上にあり、点 E、A、F は同一直線 L_2 上にあり、直線 L_1 と直線 L_2 とは直交している。また、試料 1 3 内の点 K は、断面 1 3 a 上にはなく、断面 1 3 a 上の点 B から距離 m のところに位置している。

【 0 0 1 9 】

また、試料 1 3 を挟んで、X 線源 1 1 と X 線検出部 1 2 とを対向させて配置し、X 線源 1 1 から X 線を照射し、試料 1 3 を透過した X 線を X 線検出部 1 2 にて

検出している。

【0020】

イ) X線検出部12のX線入射面12aと試料13の断面13aとを平行にすることによって、断面13a上の点A、B、D、E、Fは、Hに位置するX線検出部12のX線入射面12aに対し、それぞれ点a、b、d、e、fに入射される。なお、ここでは点aがX線入射面12aの中心となっているものとする。

【0021】

ロ) X線入射面12aと断面13aとの平行関係を維持させたまま、直線 L_1 を中心軸として、X線検出部12を揺動させる一方、X線源11を直線 L_1 を回転軸として、X線検出部12に同期させて回転させる。これによって、X線源11はGからgへ移動し、X線検出部12はHからhへ平行移動する。

【0022】

ハ) 断面13a上の点A、B、D、E、Fは、hに位置するX線検出部12のX線入射面12aに対し、それぞれ点a、b、d、e、fに入射される。

【0023】

図2から明らかなように、X線入射面12aから点a、b、d、e、fまでの距離 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 は、(ロ)の運動を行っても変化しておらず、また、X線入射面12aに対する断面13a上の各点A、B、D、E、Fの幾何学的拡大率も一定で、次の関係が成立している。

【0024】

幾何学的拡大率

$$=Ga/GA = Gb/GB = Gd/GD = Ge/GE = Gf/GF$$

$$=ga/gA = gb/gB = gd/gD = ge/gE = gf/gF$$

また、断面13aより距離mの位置にある点Kは、Hに位置するX線入射面12aに対し、点 k_H に入射され、hに位置するX線入射面12aに対し、点 k_h に入射される。点Kの入射される位置は、(ロ)の運動時に距離 r_5 のズレが生じており、結果的には像がボケてしまい、映像が流れて固定されない。

【0025】

すなわち、上記X線検査方法(1)によって、X線検出部12から取得するこ

とのできる映像は、直線 L_1 を含み、X線入射面12aと平行な関係にある断面13aの形状となる。換言すれば、X線源11の回転軸であり、X線検出部12の中心軸である直線 L_1 を含み、X線入射面12aと平行な関係にある断面13aの断層画像を取得することができる。

【0026】

従って、BGA1が実装されたプリント基板2（図12参照）を載置台14に載置し、プリント基板2における実装状態を検査する場合、直線 L_1 を含み、かつX線入射面12aと平行な関係にある断層画像、いわゆる縦断層画像（図1参照）を取得することができる。これによって、端子部（半田ボール）の浮き上がり不良の検出がし易くなり、パッケージ本体に隠れてしまう接合部における接合状態の良否を明確に判断することができるようになる。

【0027】

なお、上記X線検査方法（1）は、X線源11及びX線検出部12の動きから、プリント基板2の縦断層画像を取得することに対して最も有効であるが、例えば、前記接合状態を検査する場合に、プリント基板2の主面に対して垂直方向となる縦断層画像でなく、プリント基板2の主面に対して、斜め方向や水平方向となる断層画像（水平方向の場合には、横断層画像となる）を取得することもできる。

【0028】

また、本発明に係るX線検査方法（2）は、上記X線検査方法（1）において、被検対象となる断面を、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向に関する断面とすることを特徴としている。

【0029】

上記X線検査方法（2）によれば、被検対象となる断面を、前記載置台に対して垂直方向に関する断面とすることによって、縦断層画像（図1参照）を取得することができる。

【0030】

また、本発明に係るX線検査方法（3）は、上記X線検査方法（1）において、被検対象となる断面を、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向以外に関

する断面とすることを特徴としている。

【0031】

上記X線検査方法（3）によれば、被検対象となる断面を、前記載置台に対して垂直方向以外に関する断面とすることによって、前記載置台に対して斜め方向や水平方向となる断層画像を取得することができる。なお、水平方向となる断層画像は横断層画像である。

【0032】

また、本発明に係るX線検査方法（4）は、上記X線検査方法（1）又は（2）において、前記中心軸及び前記回転軸となる前記直線を、前記試料を載置する載置台に対して垂直に設定とすることを特徴としている。

【0033】

上記X線検査方法（4）によれば、前記直線を前記載置台に対して垂直に設定することによって、縦断層画像を最も効率良く取得することができる。

【0034】

また、本発明に係るX線検査装置（1）は、試料を挟んで、X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とが対向して配置され、前記X線源から照射され、前記試料を透過したX線が前記X線検出部にて検出されるように構成されたX線検査装置において、前記X線検出部のX線入射面が所定の直線に対し平行となるように配置されると共に、前記X線入射面を常に同方向に向かせたまま、前記X線検出部を、前記直線を中心軸として、揺動させる揺動手段と、前記X線源を、前記直線を回転軸として、前記X線検出部に同期させて回転させる第1の回転手段とを備えていることを特徴としている。

【0035】

上記X線検査装置（1）によれば、被検対象となる前記試料を挟んで、前記X線源と前記X線検出部とが対向して配置され、前記X線入射面が前記直線に対して平行となるように配置され、前記X線入射面を常に同方向に向かせたまま、前記X線検出部を前記直線を中心軸として揺動させる一方、前記X線源を前記直線を回転軸として前記X線検出部に同期させて回転させながら、前記X線源からX線が前記試料に照射され、前記試料を透過したX線が前記X線検出部にて検出さ

れる。

【 0 0 3 6 】

すなわち、前記直線を含み、前記 X 線入射面と平行な関係にある面を基準とし、前記 X 線源と前記 X 線検出部とが一定の幾何学的関係を保ったまま互いに運動すると、該運動の基準部分となる面は不動と看做し得る状態となる。

【 0 0 3 7 】

よって、前記運動の基準部分となる面上にある前記試料の断面が視認の対象となり、それ以外の部分は前記運動の基準部分から遠くなるほど、像の変形が大きくなり、結果的には像がボケてしまって、視認の対象とならなくなる。

【 0 0 3 8 】

すなわち、前記直線を含み、前記 X 線入射面と平行な関係にある前記試料の断面の断層画像を取得することができる。

【 0 0 3 9 】

従って、BGA1 が実装されたプリント基板 2（図 1 2 参照）における実装状態を検査する場合、前記直線を含み、かつ前記 X 線入射面と平行な関係にあるプリント基板 2 の断層画像を取得することができる。

【 0 0 4 0 】

また、本発明に係る X 線検査装置（2）は、上記 X 線検査装置（1）において、前記直線を含み、かつ前記 X 線入射面と平行関係にある面と同一面上にある前記試料の断面を被検対象とし、前記断面が、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向にあることを特徴としている。

【 0 0 4 1 】

上記 X 線検査装置（2）によれば、被検対象となる断面が、前記載置台に対して垂直方向に関する断面となるので、縦断層画像（図 1 参照）を取得することができる。これによって、半田ボールの浮き上がり不良の検出がし易くなり、パッケージ内部に隠れてしまう接合状態の良否を明確に判断することができるようになる。

【 0 0 4 2 】

また、本発明に係る X 線検査装置（3）は、上記 X 線検査装置（1）において

、前記直線を含み、かつ前記X線入射面と平行関係にある面と同一面上にある前記試料の断面を被検対象とし、前記断面が、前記試料を載置する載置台に対して垂直方向以外にあることを特徴としている。

【0043】

上記X線検査装置（3）によれば、被検対象となる断面が、前記載置台に対して垂直方向以外に関する断面となるので、前記載置台に対して斜め方向や水平方向となる断層画像を取得することができる。なお、水平方向となる断層画像は横断層画像である。

【0044】

また、本発明に係るX線検査装置（4）は、上記X線検査装置（1）又は（2）において、前記中心軸及び前記回転軸となる前記直線が、前記試料を載置する載置台に対して垂直に設定されていることを特徴としている。

【0045】

上記X線検査装置（4）によれば、前記直線が前記載置台に対して垂直方向となるので、縦断層画像を最も効率良く取得することができる。

【0046】

また、本発明に係るX線検査装置（5）は、上記X線検査装置（1）～（4）のいずれかにおいて、前記X線検出部を、前記X線入射面に対して垂直方向にスライドさせるスライド機構を備えていることを特徴としている。

【0047】

上記X線検査装置（5）によれば、前記X線検出部を、前記X線入射面に対して垂直方向にスライドさせることができるので、前記断層画像の位置の微調整を行うことができる。

【0048】

また、本発明に係るX線検査装置（6）は、上記X線検査装置（1）～（5）のいずれかにおいて、前記試料を載置する載置台を2次元的に移動させるための載置台移動手段を備えていることを特徴としている。

【0049】

上記X線検査装置（6）によれば、前記載置台を2次元的に移動させることが

できるので、所望する前記断層画像を容易に取得することができる。

【0050】

また、本発明に係るX線検査装置(7)は、X線を照射するX線源とX線を検出するX線検出部とが配置され、前記X線源から照射され、試料を透過したX線が前記X線検出部にて検出されるように構成されたX線検査装置において、前記X線源を、所定の直線を回転軸として、回転させる第2の回転手段を備えると共に、前記X線検出部が複数配置され、これらX線検出部のX線入射面が、前記直線を含む所定の面を基準とし、回転する前記X線源と一定の幾何学的関係を成立させ得る位置にそれぞれ配設されていることを特徴としている。

【0051】

上記X線検査装置(7)によれば、前記直線を含む所定の面を基準とし、回転する前記X線源と一定の幾何学的関係を成立させ得る位置にこれらX線検出部がそれぞれ配置されているので、前記基準部分となる面は不動と看做し得る状態となる。

【0052】

よって、前記基準部分となる面上にある前記試料の断面が視認の対象となり、それ以外の部分は前記基準部分から遠くなるほど、像の変形が大きくなり、結果的には像がボケてしまって、視認の対象とならなくなる。すなわち、前記直線を含む所定の面の断層画像を取得することができる。

【0053】

従って、BGA1が実装されたプリント基板2(図12参照)における実装状態を検査する場合、前記直線を含む所定の面のプリント基板2の断層画像を取得することができる。

【0054】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るX線検査装置の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0055】

図6は、実施の形態(1)に係るX線検査装置の要部を示した概略図である。図中13は試料を示しており、試料13は載置台14に載置されるようになって

いる。なお、図 6 において、載置台 1 4 の載置面に垂直な方向を Z 方向とし、この Z 方向に垂直な 2 方向を X 方向、Y 方向とする。また、載置台 1 4 は、X 線を透過する XY テーブルであり、その下方に設けた載置台移動手段（図示せず）によって X 方向、Y 方向への移動が可能となっている。このように載置台 1 4 の下方に前記載置台移動手段を設けることにより、実装基板のように面積が大きいものであっても、その検査に支障を生じない。

【0056】

載置台 1 4 を挟んで、X 線源 1 1 と X 線検出部 1 2 とが対向して配置され、X 線源 1 1 から X 線が照射され、試料 1 3 を透過した X 線が X 線検出部 1 2 にて検出されるようになっている。

【0057】

ここでは X 線源 1 1 として、焦点寸法が $7\mu\text{m}$ 程度であり、出射角が 40 度程度である密封管型のマイクロフォーカス X 線源を採用し、微小 X 線焦点を実現することによって、撮像された画像を拡大しても鮮明な画像を得ることができるようにしている。

【0058】

X 線検出部 1 2 は、X 線検出部 1 2 の X 線入射面 1 2 a が載置台 1 4 に対して垂直方向（Z 方向）を向いている軸 S に対し平行となるように配置されている。また、X 線検出部 1 2 は揺動手段 1 6 に連結され、揺動手段 1 6 の動きに合わせて、X 線入射面 1 2 a を常に同方向に向かせたまま、軸 S を中心軸として、矢印 M の方向へ揺動するようになっている。

【0059】

X 線源 1 1 は、回転手段 1 5 に連結され、回転手段 1 5 の動きに合わせて、軸 S を回転軸として、X 線検出部 1 2 に同期させて矢印 N の方向へ回転移動するようになっている。なお、回転手段 1 5 及び揺動手段 1 7 は、移動プログラムを格納した制御手段 1 7 からの制御によって、XY 方向の動作が制御されるようになっている。

【0060】

軸 S を回転軸として回転する X 線源 1 1 と、軸 S を中心軸として揺動する X 線

検出部 12 との運動状態を図 7～図 9 の模式図を使って説明する。図中 11a は X 線源 11 の X 線焦点を示している。図 7 は運動スタート時の状態であり、図 9 は運動ストップ時の状態である。

【0061】

図 7～図 9 に示したように、X 線焦点 11a (X 線源 11) と X 線検出部 12 とを一定の幾何学的関係を維持させたまま互いに運動させると、軸 S を含み、X 線入射面 12a と平行な関係にある試料 13 の断面 13a は不動と看做し得る状態となる。詳細については、「課題を解決するための手段及びその効果」の項目で説明した通りである。

【0062】

また、X 線検出部 12 は、画像処理手段 18 に接続されており、検出した X 線に応じた画像データ (映像信号) が画像処理手段 18 へ出力されるようになっている。

【0063】

画像処理手段 18 は、運動スタートと同時に画像積分処理を開始し、運動ストップまでに所定回 (例えば、256 回)、積分処理を行い、画質を改善し、処理画像 (静止画像) をモニタ 19 に表示させるようになっている。この処理画像は、上記したように試料 13 の断面 13a における断層画像である。

【0064】

上記実施の形態 (1) に係る X 線検査装置によれば、被検対象となる試料 13 を挟んで、X 線源 11 と X 線検出部 12 とが対向して配置され、X 線入射面 12a が載置台 14 に対して垂直方向に向いている軸 S に対して平行となるように配置され、X 線入射面 12a を常に同方向に向かせたまま、X 線検出部 12 を軸 S を中心軸として揺動させる一方、X 線源 11 を軸 S を回転軸として X 線検出部 12 に同期させて回転させながら、X 線源 11 から X 線が試料 13 に照射され、試料 13 を透過した X 線が X 線検出部 14 にて検出される。

【0065】

すなわち、上記したように、X 線源 11 と X 線検出部 12 とを一定の幾何学的関係を維持させたまま互いに運動させると、該運動の基準部分となる断面 13a

は不動と看做し得る状態となり、それ以外の部分は前記運動の基準部分から遠くなるほど、像の変形が大きくなり、結果的には像がボケてしまって、視認の対象とならなくなる。

【0066】

よって、X線源11の回転軸であり、X線検出部12の中心軸である軸Sを含み、X線入射面12aと平行な関係にある断面13aの断層画像を取得することができる。

【0067】

従って、BGA1が実装された状態のプリント基板2（図12参照）を載置台14に載置し、プリント基板2におけるBGA1の実装状態を検査する場合、軸Sを含み、かつX線入射面12aと平行な関係にある縦断層画像（図1参照）を取得することができる。これによって、半田ボールの浮き上がり不良の検出がし易くなり、パッケージ本体により隠れてしまう接合部の接合状態の良否を明確に判断することができるようになる。

【0068】

また、画像処理手段18にて断層画像を取得するための処理を行わず、単なる画像改善処理だけを行わせるようにすれば、図6に示したX線検査装置を用いて、斜め方向から見た試料13の透視画像（図13参照）を観察することができる。

【0069】

従って、プリント基板2における電子部品の実装状態を検査する場合には、まずプリント基板2の主面に対する斜め透視画像を観察することによって、ある程度の当たりを予め付けておくことができるので、縦断層画像による観察は、当たりを付けた箇所だけで良くなり、検査効率を非常に優れたものとすることができる。

【0070】

上記実施の形態（1）に係るX線検査装置では、軸Sは載置台14に対して垂直方向に設定されているが、軸Sを載置台14に対して垂直方向以外（斜め方向、水平方向）に設定することもできる。

【0071】

例えば、X線入射面12aを、載置台14に対して斜め方向を向いている軸Sに対し、平行となるように配置し、X線検出部12を、X線入射面12aを常に同方向に向かせたまま、軸Sを中心軸として揺動させる一方、X線源11を軸Sを回転軸として回転させながら、X線源11からX線を試料13に照射し、試料13を透過したX線をX線検出部12にて検出すると、垂直方向に対して傾斜した面に関する断層画像を取得することができる。

また、軸Sが載置台14面と同一面上にある場合には、試料13を水平方向にスライスした断面の断層画像（横断層画像）を取得することができる。

【0072】

また、上記実施の形態（1）に係るX線検査装置では、X線検出部12を、X線入射面12aを常に同方向に向かせたまま、軸Sを中心軸として揺動させる一方（X線検出部12が、図7～図9に示したように揺動する）、X線源11を軸Sを回転軸として回転させながら、X線源11からX線を試料13に照射し、試料13を透過したX線をX線検出部12にて検出するようになっているが、X線検出部12を揺動させるのではなく、例えば、図7～図9に示したような位置にX線検出部12をそれぞれ配置し、固定された複数のX線検出部12から画像データを取得するように構成したとしても、上記と同様に、所望の断層画像を得ることができる。

【0073】

【実施例】

図10は、実施例1に係るX線検査装置の要部を模式的に示した側面図である。ここでは、X線源11として、管電圧が100kVであり、焦点寸法が $7\mu\text{m}$ であり、出射角が40度であり、筐体からX線焦点11aまでの距離 α が9.5mmである密封管型のマイクロフォーカスを採用している。

また、X線検出部12としては、高解像度、高コントラスト、低ノイズであるイメージインテンシファイアを採用している。

【0074】

X線源11には、矢印 W_1 の方向にスライドさせるスライド機構（図示せず）

が連結され、前記スライド機構を用いることによって、取得画像の大きさを調整することができる。例えば、X線源 1 1 を試料 1 3 に近づけると、幾何学的拡大率がアップするので、取得画像を大きくすることができる。

【0075】

X線検出部 1 2 には、矢印 W_2 の方向にスライドさせるスライド機構（図示せず）が連結され、前記スライド機構を用いることによって、取得画像を微量調整することができる。例えば、X線検出部 1 2 を軸 S に近づけると、試料 1 3 の断面 1 3 a の上部がカットされた断層画像を取得することができる。

【0076】

載置台 1 4 に試料 1 3 として、BGA 1 が実装されたプリント基板（図 1 2 参照）を載置することによって、縦断層画像（図 1 参照）を取得することができる。これによって、半田ボールの浮き上がり不良の検出がし易くなり、パッケージ本体により隠れてしまう接合部の接合状態の良否を明確に判断することができるようになる。

【0077】

前記密封管型のマイクロフォーカスは、出射角が 40 度であるため、X線源 1 1 から照射されたX線がX線検出部 1 2 のX線入射面 1 2 a に入射されるように、X線源 1 1 が傾けられている。X線源 1 1 が傾けられると、X線焦点 1 1 a と試料 1 3 との距離が離れるので、幾何学的拡大率は低下してしまうが、通常の産業用としては特に問題はない。

【0078】

また、密封管型ではなく開放管型であれば、焦点寸法が $2 \mu m$ であり、出射角が 120 度であり、筐体からX線焦点までの距離が 1 mm のマイクロフォーカスを実現することができるので、それをX線源 1 1 に採用すれば、X線源 1 1 を傾けなくとも良く、また筐体からX線焦点までの距離も密封管型に比べて、10 倍近く短くなっているので、拡大率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

BGA とプリント基板との接合箇所の縦断層画像を示した模式図である。

【図 2】

本発明の X 線検査方法を説明するために示した模式的平面図である。

【図 3】

本発明の X 線検査方法を説明するために示した模式的正面図である。

【図 4】

本発明の X 線検査方法を説明するために示した模式的側面図である。

【図 5】

試料を模式的に示した斜視図である。

【図 6】

本発明における実施の形態（1）に係る X 線検査装置の要部を示した概略図である。

【図 7】

X 線源と X 線検出部との運動状態を示した模式図である。

【図 8】

X 線源と X 線検出部との運動状態を示した模式図である。

【図 9】

X 線源と X 線検出部との運動状態を示した模式図である。

【図 1 0】

実施例 1 に係る X 線検査装置の要部を模式的に示した側面図である。

【図 1 1】

B G A の一例を模式的に示した斜視図である。

【図 1 2】

B G A が実装された状態のプリント基板を模式的に示した斜視図である。

【図 1 3】

B G A とプリント基板との接合箇所を撮影した X 線写真である。

【図 1 4】

半田ボールの浮き上がり不良の状態を示した模式図である。

【符号の説明】

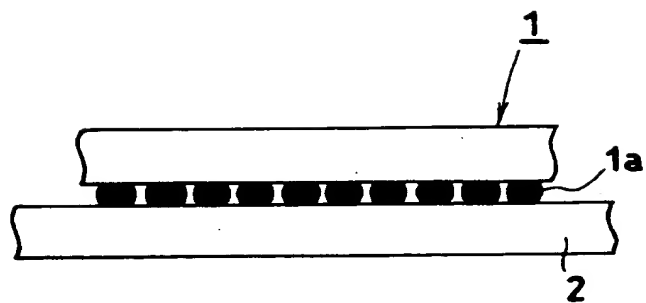
1 1 X 線源

- 1 1 a X線焦点
- 1 2 X線検出部
- 1 2 a X線入射面
- 1 3 試料
- 1 4 載置台
- 1 5 回転手段
- 1 6 揺動手段
- 1 8 画像処理手段

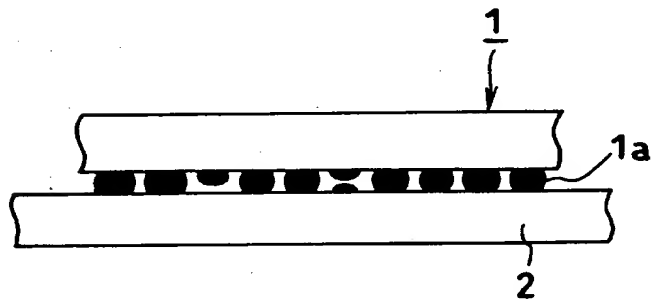
【書類名】 図面

【図 01】

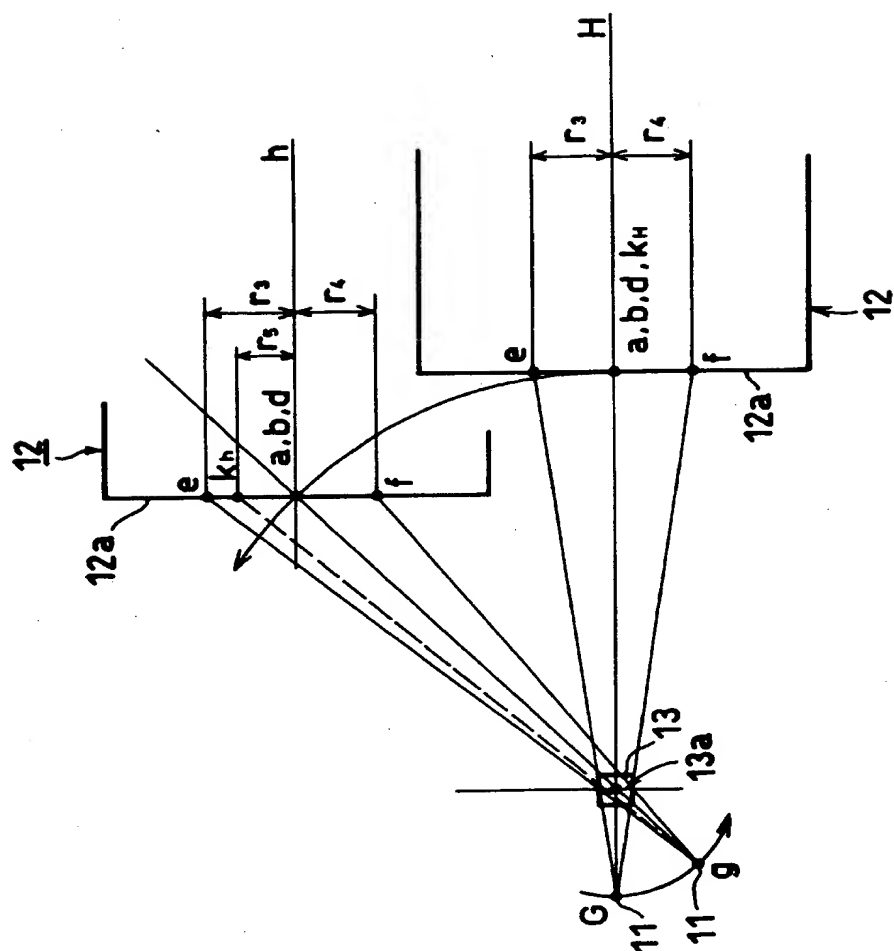
(a)



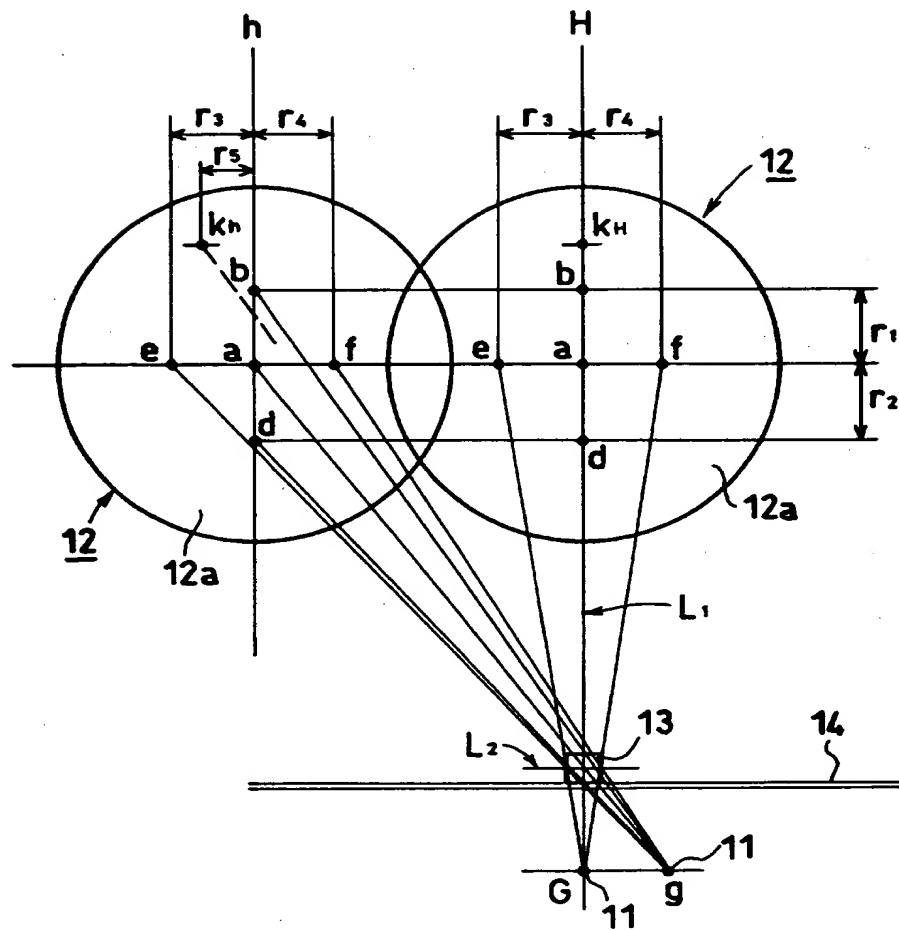
(b)



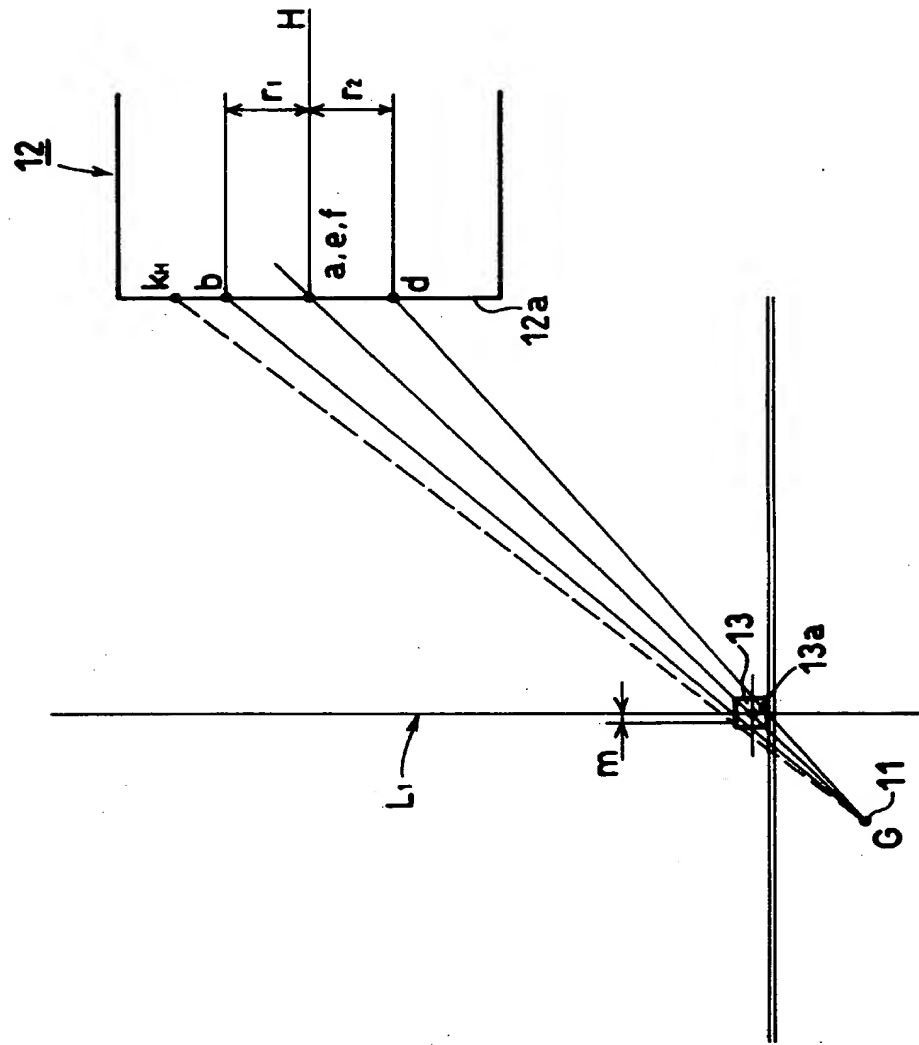
【図 0 2】



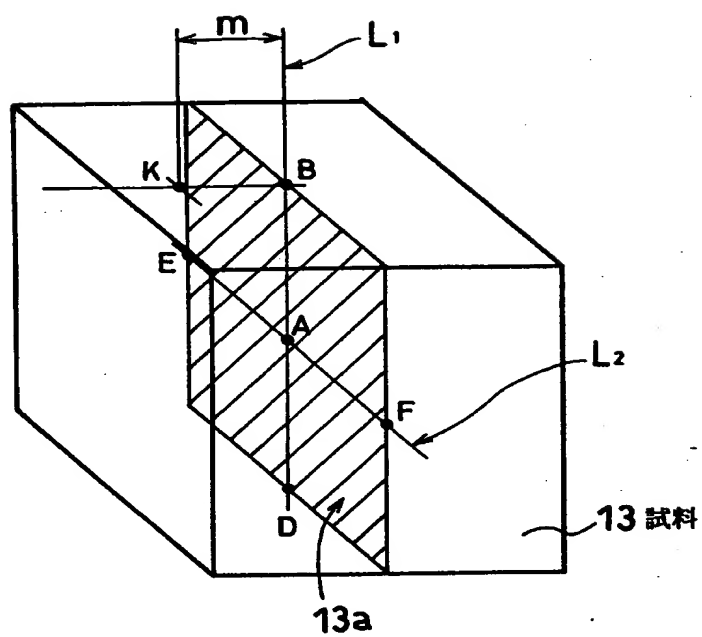
【図 0 3】



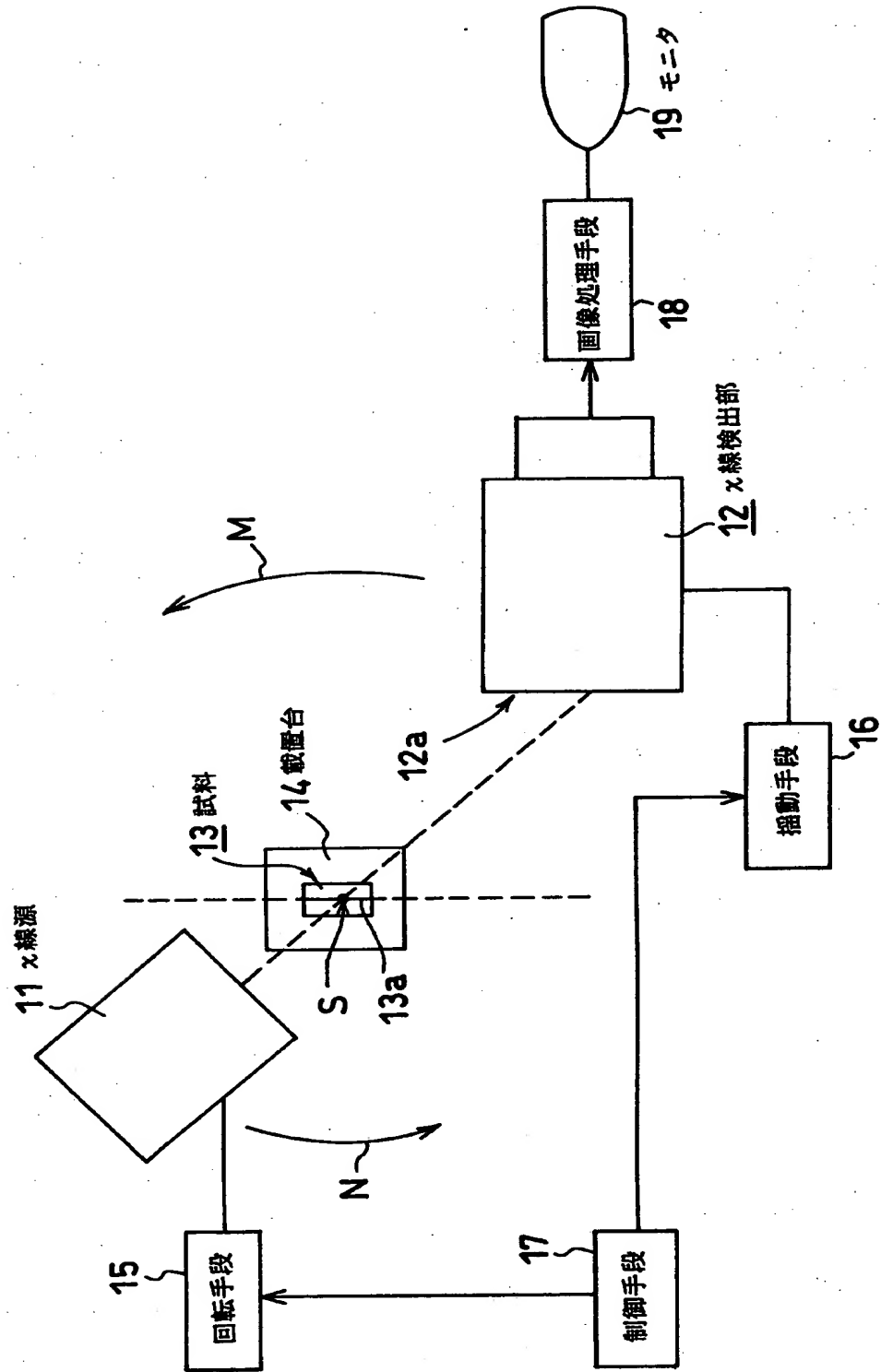
【図 0 4】



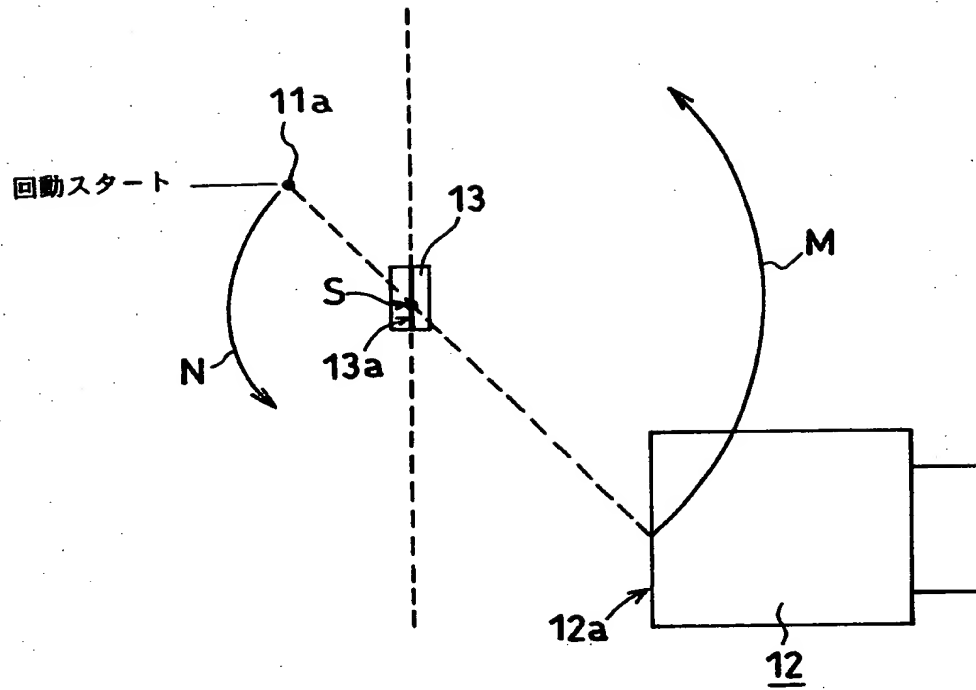
【図 0 5】



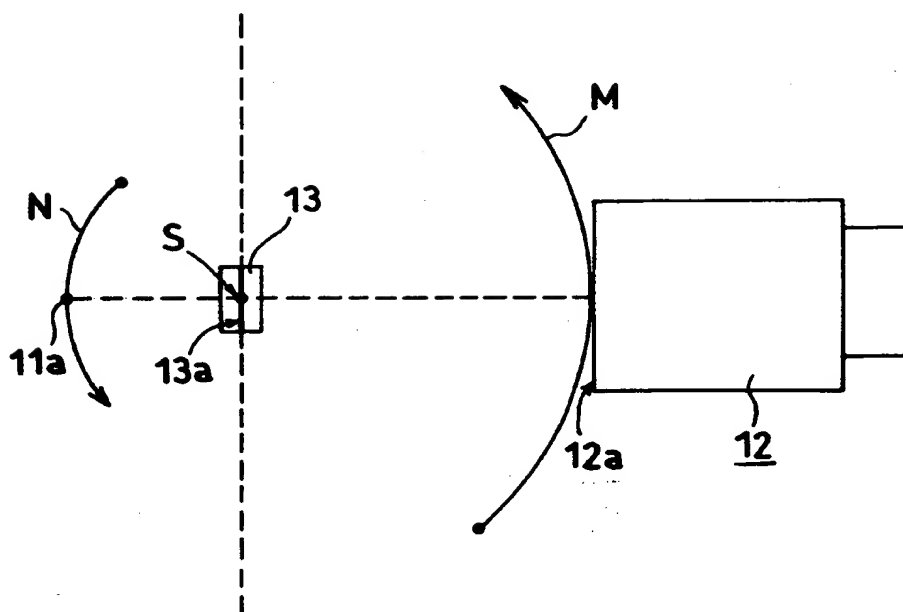
【図 06】



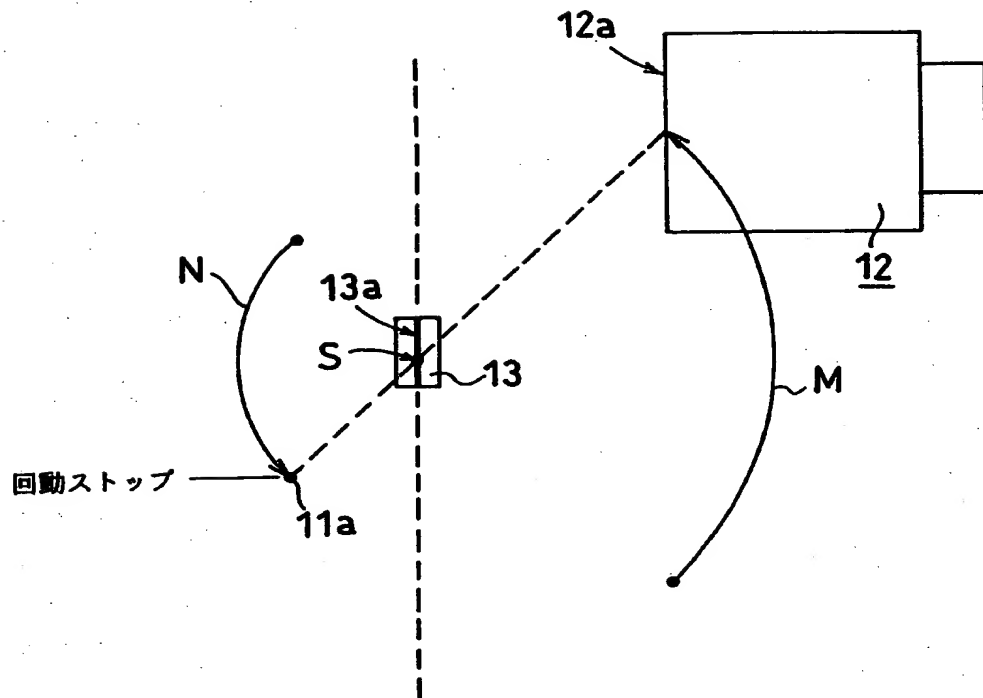
【図 0 7】



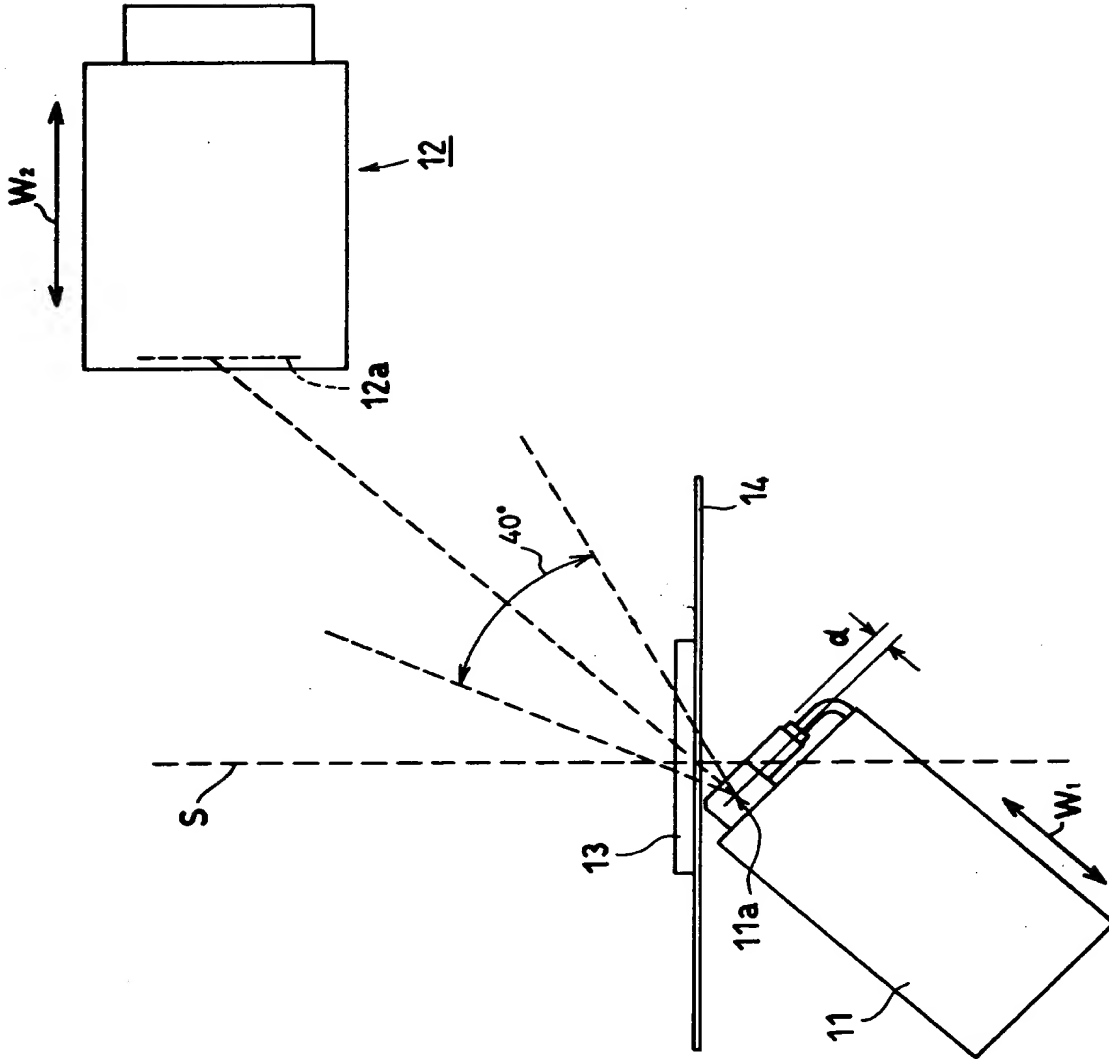
【図 0 8】



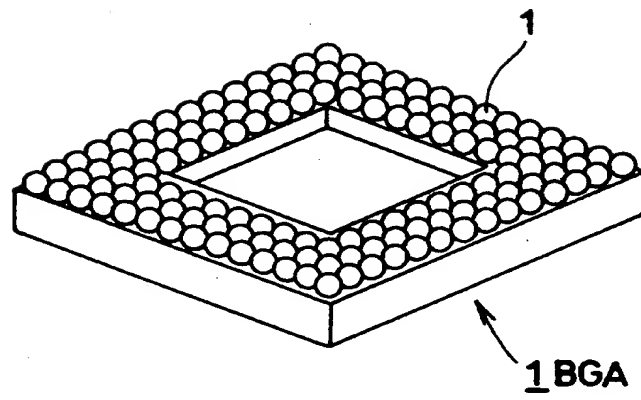
【図 0 9】



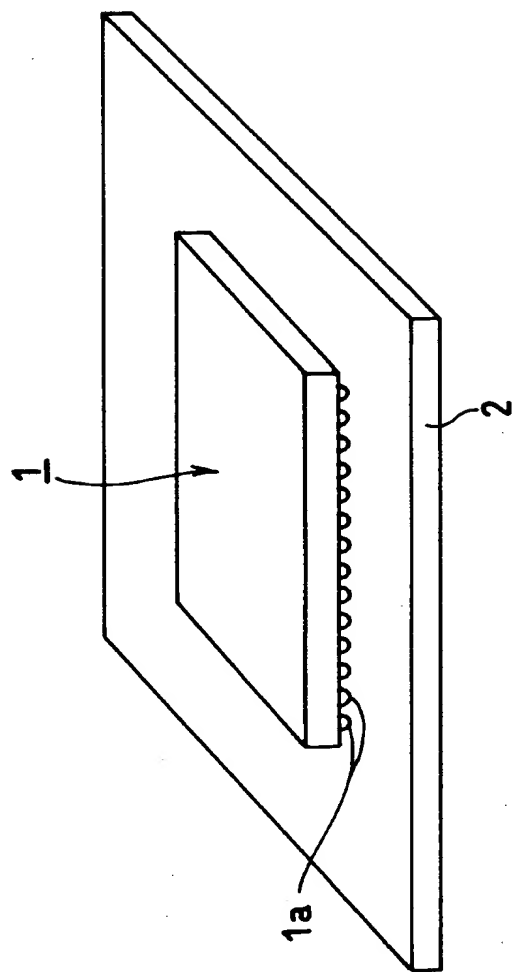
【図 1 0】



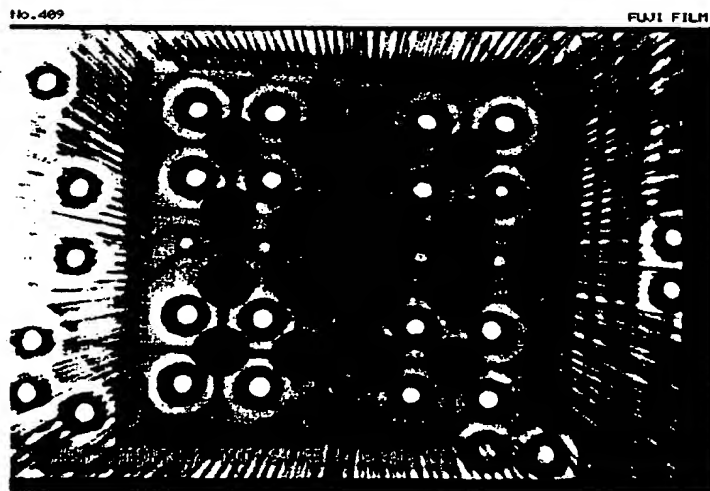
【図 1 1】



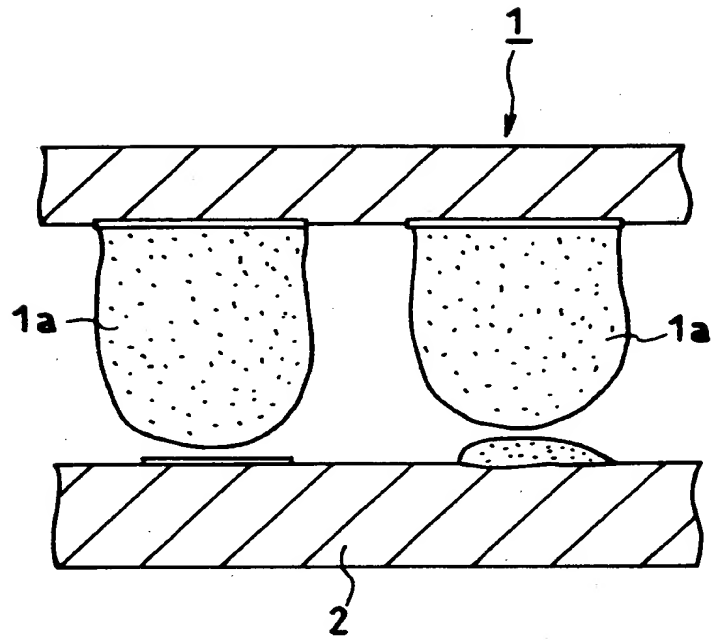
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型・高密度化するBGAやCSP等の電子部品の基板への実装状態、特に半田ボールの浮き上がり不良等を明確に判断することのできるX線検査装置を提供すること。

【解決手段】 試料13を挟んで、X線を照射するX線源11とX線を検出するX線検出部12とが対向して配置され、X線源11から照射され、試料13を透過したX線がX線検出部12にて検出されるように構成されたX線検査装置において、X線検出部12のX線入射面12aが軸Sに対し平行となるように配置されると共に、X線入射面12aを常に同方向に向かせたまま、X線検出部12を、軸Sを中心軸として、揺動させる揺動手段16と、X線源11を、軸Sを回転軸として、X線検出部12に同期させて回転させる回転手段15とを装備する。

【選択図】 図6

【書類名】 出願人名義変更届

【提出日】 平成11年 4月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第 82501号

【承継人】

【識別番号】 597028542

【氏名又は名称】 株式会社テクノエナミ

【承継人代理人】

【識別番号】 100096080

【氏名又は名称】 井内 龍二

【譲渡人】

【識別番号】 394001641

【氏名又は名称】 株式会社エコン

【譲渡人代理人】

【識別番号】 100096080

【氏名又は名称】 井内 龍二

【提出物件の目録】

【物件名】 権利の承継を証明する書面 1

【物件名】 委任状 1

【援用の表示】 平成 1 1 年 4 月 2 2 日提出の包括委任状

【包括委任状番号】 9903994

29907900200



譲 渡 証 書

平成11年4月2日

大阪府堺市八田北町353

譲受人 株式会社テクノエナミ 殿

大阪府泉南郡熊取町希望が丘

4丁目13番25号

譲渡人 株式会社 エコン

代表取締役 寺岡 璋



下記の発明に関する特許を受ける権利を貴殿に譲渡したことに
相違ありません。

記

1 特許出願の番号 平成11年特許願第82501号

2 発明の名称 x線検査方法及びその装置

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第082501号
受付番号	29907900200
書類名	出願人名義変更届
担当官	宮末 亨 8857
作成日	平成11年 7月23日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	597028542
【住所又は居所】	大阪府堺市八田北町三五三
【氏名又は名称】	株式会社テクノエナミ

【承継人代理人】

申請人

【識別番号】	100096080
【住所又は居所】	大阪府泉大津市旭町18番1-3103号 井内 国際特許事務所
【氏名又は名称】	井内 龍二

【譲渡人】

【識別番号】	394001641
【住所又は居所】	大阪府泉南郡熊取町希望が丘4丁目13番25号
【氏名又は名称】	株式会社エコノ

【譲渡人代理人】

【識別番号】	100096080
【住所又は居所】	大阪府泉大津市旭町18番1-3103号 井内 国際特許事務所
【氏名又は名称】	井内 龍二

【提出された物件の記事】

【提出物件名】	権利の承継を証明する書面	1
---------	--------------	---

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [394001641]

1. 変更年月日 1994年 1月 6日
[変更理由] 新規登録
住 所 岸和田市箕土路町2丁目10-5
氏 名 株式会社エコン
2. 変更年月日 1999年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 大阪府泉南郡熊取町希望が丘4丁目13番25号
氏 名 株式会社エコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [597028542]

1. 変更年月日 1997年 2月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府堺市八田北町三五三
氏 名 株式会社テクノエナミ